

NO. 7

金材技研

1983

科学技術庁

ニュース

金属材料技術研究所

超電導・極低温材料分野の開発と国際研究協力

—— 日仏間では人的交流を具体的に検討 ——

日仏科学技術協力の一環として、昨春秋、超電導・極低温材料分野の研究協力が発足し、当研究所とグルノーブルの研究所との間に人的な交流計画について具体的な検討がなされた。グルノーブルはアルプスのふもとの美しい環境にあり、強磁場研究所、極低温研究所、磁性研究所、原子力研究所のほか、仏・独協同のマックスプランク研究所、仏・独・英協同のラウランジュマン研究所等が集中している。強磁場研究所では1万kWの電源とポリヘリックス型の常電導マグネットを用いて25テスラの高磁界を発生しており、最近、超電導マグネットの利用も盛んになっている。また、極低温研究所では、超流動冷却技術、磁気冷凍技術等で世界をリードする研究成果をあげている。

超電導・極低温の研究分野は、冷凍技術、マグネット技術、材料技術に大別される。フランスとわが国を比較すると、これらの分野でそれぞれ一

長一短があるので、両国の研究協力は双方のレベルアップに役立つ。フランスは先端技術開発に強い意欲をもっており、また、グルノーブルにはレベルの高い研究所が集まっているので効果的な研究交流を進めることが出来るであろう。今後この分野における両国の研究協力の拡大が期待される。

次に、西独では各種の超電導の応用研究のほか、超電導材料についても材料科学的な研究を活発に行っている。超電導材料、極低温構造材料の分野において日独間でも有効な研究交流が行われよう。来年、この分野で日独ワークショップを開くことが提案されている。

このように仏・独両国ともに超電導・極低温分野で積極的な研究開発を進めているので、今後わが国においても仏・独を含めた欧州諸国と緊密な研究協力を行いつつ一層の努力を払う必要がある。



写真1 フランス・グルノーブルの研究所。

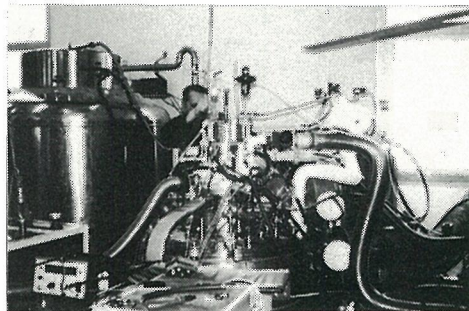


写真2 グルノーブル強磁場研究所の超流動ヘリウム冷却14.5テスラ超電導マグネットの運転。

高磁界超電導線材に関する日米研究協力が活発化

—世界最大のミラー型核融合装置に当研究所の線材が実用—

日米間の核融合研究協力の一環として、高磁界超電導線材に関する、第1回日米ワークショップ（1980年、東京）に続き、本年5月、サンジェゴで第2回日米ワークショップが開催された。

米国では、トカマク型及びミラー型核融合装置用に大型超電導コイルの製作と試験が進められている。既に、オークリッジ国立研究所にはトカマク用大型コイル試験装置が設置され、米国、日本、E C、スイスの国際協力で製作される6台の大型超電導コイル（1台の重量約40 ton、最大磁界8テスラ）がもちよられて、各種の試験が行われることになっている。わが国の原子力研究所が分担したコイルは既に国内試験に成功し、昨年秋、先頭をきってオークリッジに搬入された。

一方、ローレンスリバモア国立研究所では、図に示したような、各種の超電導コイルを組合せた、世界最大のタンデムミラー型核融合試験装置（MFTF-B）を建設中である。この装置は、全長52mに達し、最高磁界部分の軸筒コイルの中心磁界は12テスラである。最近、この装置の軸筒コイルに、当研究所が開発したTi添加Nb₃Sn 極細多芯線材が使用されることになった。線材重量は約9 tonであり、化合物超電導線材がこのように、多量に使用されるのは世界ではじめてのことである。Nb₃Sn線材は比較的安価であるが、従来のものは高磁界での臨界電流密度J_cの低下が著しいのが欠点であった。ところが、当研究所のTi添加Nb₃Sn 極細多芯線は、15テスラの高磁界で、従来の線材より数倍大きいJ_cを示す。そのうえ、速い磁界変化に対する安定性が優れ、機械的性質も改善されている。今後、ミラー型核融合装置をはじめ種々

の用途に高磁界の必要性が増大するので、このTi添加Nb₃Sn 線材の応用範囲が広まるであろう。写真には試作したTi添加Nb₃Sn 極細多芯線の断面の1例を示す。

さらに、高エネルギー加速器の分野でも日米研究協力により高磁界超電導線材の開発が進められている。米国のフェルミ国立加速器研究所では、磁界4.5テスラ、長さ5mの超電導双極及び4極マグネットを約1000台配列した直径2kmに達する加速器が建設中である。日米協力では、更に高磁界の8～10テスラの超電導双極マグネットの開発が取上げられ、日本側では高エネルギー物理学研究所で試作に着手している。当研究所は、このプロジェクトに協力して高磁界超電導線材の開発を進めている。このような高磁界超電導双極マグネットを製作するには、前述のTi添加Nb₃Sn化合物極細多芯線材を4.2 Kで使用する方法及びNb-Ti系合金線材を超流動ヘリウム中1.8 Kで使用する方法がある。当研究所では、Nb-Ti合金にTa, Hf等の重い元素を添加し、更に熱処理と加工を適当に組合せて、1.8 K、12テスラで11万A/cm²と、これまでで最高のJ_c値を得ることに成功した。

なお、米国では前述のほか、ブルックヘブン国立研究所、マサチューセッツ工科大学等でも高磁界超電導線材の研究開発が進められている。

このように、日米間では、核融合炉用や高エネルギー加速器用の高磁界超電導線材開発の研究協力が既にハード面においても着手され、わが国の技術が極めて高い評価を受けているので、今後、当研究所の果す役割りも増大すると考えられる。

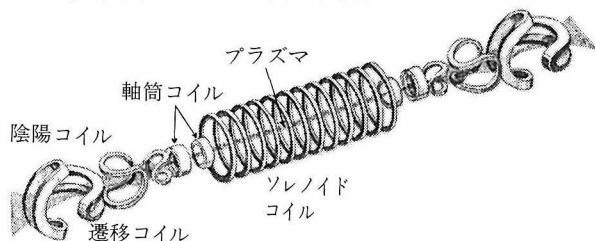


図 タンデムミラー型核融合装置の超電導コイルの配列（全長52m）。

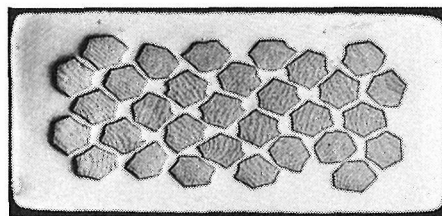


写真 Ti添加Nb₃Sn 極細多芯の断面。芯数331×31=10,261本、芯径7μm、線材寸法3.0×1.3mm。

宇宙空間における 単結晶の製造を目指す

スペースシャトル内の無重力下で、浮遊帯域溶融法（ゾーンメルティング法）によりInSbの大直径単結晶（赤外線検出器などに使われる）の作製実験が考えられている。現在その準備として無重力条件下での浮遊帯の形状及びその安定性について、シミュレーションを行っている。

その結果、地上で得られるInSb単結晶は最大直径約4mmであるのに対し、無重力下ではいかなる大直径のものでも作製が可能であること、また、種付け、ネッキング、直径制御などの工程は地上と異なり高い熟練度を必要とせず、極めて容易であること、さらに地上では得られない円筒、球殻などの形状のものが得られることが明らかになった。そのため無重力環境は半導体などの大型、高品位単結晶の作製にとって極めて有利な場となるであろう。

（金属物理研究部）

陽子などの軽イオン 照射下クリープ試験

高速増殖炉や核融合炉などの新型炉では、炉心構造材料が高エネルギー、高照射線量の中性子照射を受けて、材料特性が劣化するという新しい問題に直面している。したがって、炉心構造設計のための確性データの獲得及び中性子照射損傷に強い新材料の開発が焦眉の急となっている。

このために、当研究所では、中性子照射損傷をシミュレートするための諸種のイオン照射試験を既に行ってきた。最近、特に難しく他研究機関ではまだ本格的に取り組まれていない照射下クリープに焦点を合わせた試験研究を実施している。すなわち、昭和56年度に照射下クリープ試験用のターゲットチャンバーを試作し、これを（株）日本製鋼所の小型サイクロロンに接続してその機能を実証す

るとともに、Fe-Ni-Cr系合金について予備的成果を得た。昭和57年度には、これに基づいて本番機を製作したので、これを理化学研究所のサイクロロンに接続し、今年度は照射試験を始める。今後2ヶ年の計画で小型サイクロロンを筑波支所に設置し本格的な照射下クリープ試験を開始する予定である。

照射下クリープは、その生成機構についてもまだ不明な点が多く、本装置の完成は、この点の解明及び設計上必要なデータの取得に大きな威力を発揮するものと考えている。

（原子炉材料研究部）

中間層を用いた金属/セラミックス接合の研究開始

金属とセラミックスのそれぞれの長所を生かした使い方が未来材料として要望されている。この場合、強い接合強度をもった金属/セラミックス接合体をつくることが不可欠の問題となる。

当研究所では「全く性質の異なる金属とセラミックスが、どのような機構のもとに接合可能か」ということに注目して研究を開始した。最もポピュラーな材料であるFeとAl₂O₃との接合をホットプレス法で試みた。FeとAl₂O₃は酸素のないところでは直接接合しなかったが、FeO（ウスタイト）を中間層としたとき強固なFe/FeO/Al₂O₃接合体をつくることができた。このときFeO/Al₂O₃界面には相互拡散による新しい化合物層が形成されるが、Fe/FeO界面では結晶格子の整合性のみで強固な接合が得られた。

（科学技術振興調整費研究）

フラッシュ溶接部の 欠陥の発生原因を探る

フラッシュ溶接では、あたかも溶接部全面から火花が連続して発生しているように見える。ところが、溶接部には不連続な欠陥がしばしば認められ、このような欠陥の発生と溶接部のある限られた部

分のフラッシュ現象とは密接に関連しているものと考えられる。しかし、電圧・電流の波形や高速度写真撮影のような従来手法では局部フラッシュを検出することが困難である。

このたび、フォトランジスタを用い、接触部が溶断するときに発生するアークの光を電気信号に変換する測定法を考案し、各種材料の局部フラッシュ現象の解析を進めている。本方法では、溶接時の板幅方向約1mmの部分のフラッシュ現象が検出できる。その結果、局部フラッシュの発生ひん度は溶接機の無負荷電圧やプラテンの送り速度に影響され、その発生間隔が2～50msの範囲にばらつき、フラッシュは局部的には連続していないことなどが明らかになった。

（溶接研究部）

ハステロイX R合金の高温 構造設計データの整備進む

日本原子力研究所で研究開発が進められている多目的高温ガス実験炉は、一次冷却材のヘリウムガス出口温度950℃、圧力40kgf/cm²を設計条件として計画されている。当研究所は昭和53年度以来、実験炉用材料として高温ヘリウム環境下での耐食性の向上をはかったハステロイX R合金の800～1000℃におけるクリープ特性などについて、原研との共同研究を行ってきた。

そして、高温構造設計指針の確立に必要な設計許容応力値やクリープ構成方程式に基づいた等時応力ひずみ線図を提示してきた。また、大気中とヘリウム中とのクリープデータを比較して、約1万時間までは大きな相違がないことを確認した。

本研究で得られた合計55本、延べ235,000時間のクリープデータを当研究所で開発した高温強度評価のためのプログラムパッケージを用いて解析した。これにより、信頼性工学的な立場からの高温構造設計データの提供がはじめて可能となった。（クリープ試験部）

ク リ ー プ 受 託 試 験 の 現 況

当研究所は、昭和42年に制定された「金属材料技術研究所クリープ試験受託規程」（科学技術庁訓令第69号）及び「金属材料技術研究所クリープ試験受託約款」に基づいて、企業等からの委託を受け、クリープ試験を実施している。

昭和42年度に開始してから昭和57年度まで16年間を経過したが、ここでは過去2年間の試験実施状況について報告する。

受託試験受理状況は下表に示すとおりであり、昭和56年度については、件数が54件（前年度より

の継続37件、新規17件）、試験片数503本、延試験時間が1,384,189時間で、試験片1本当りの平均試験時間は、クリープ試験が5,232時間、クリープ破断試験が2,136時間である。

また、昭和57年度については、件数が49件（前年度よりの継続31件、新規18件）、試験片数426本、延試験時間が1,253,277時間で、試験片1本当りの平均試験時間は、クリープ試験が5,371時間、クリープ破断試験が2,431時間である。

受 託 試 験 受 理 状 況

区 分			42～55年度	56年度	57年度	計
ク リ ー プ 試 験	受 理 件 数(件)		105	3	3	111
	温 度 別 試験片数 (本)	300～600℃	682	23	16	721
		601～800℃	97	0	3	100
		801～1000℃	90	0	10	100
		小 計	869	23	29	921
ク リ ー プ 破断試験	受 理 件 数(件)		296	14	15	325
	温 度 別 試験片数 (本)	300～600℃	2,538	201	103	2,842
		601～800℃	734	84	78	896
		801～1000℃	465	12	12	489
		小 計	3,737	297	193	4,227
合 計	受 理 件 数(件)		401	17	18	435
	試 験 片 数(本)		4,606	320	222	5,148

【特 許 紹 介】

オーステナイト耐熱鋼

(特許出願 48-95169)

発明者 山崎道夫、小泉 裕

公 告 昭和57年1月27日 昭57-4700

特 許 昭和57年12月14日 第1126084号

本発明は、化学成分の調整と特殊な熱処理との組み合わせによりクリープ破断強さと同破断伸びをあわせて

改良したオーステナイト耐熱鋼である。0.1～0.5%の炭素を含むオーステナイト鋼の炭化物を1000～1350℃ではほぼ完全に固溶化後、850～1200℃の第2段目へ移すと炭化物が粒界上に選択的に粗大不規則に析出し粒界割れが抑制される。本発明は、Pと同時にTiを添加しかつ粒界粗大不規則析出処理を行うことにより、クリープ破断強さと破断伸びをあわせて改善したものである。また上記組成に更にMoを含有させた鋼をも対象とする。本発明は600～800℃程度で使用する化学工業装置やガスタービンなどの高温機器材料に応用し得る。

◆短 信◆

●海外出張

佐藤 彰 工業化研究部第1研究室長

日中科学技術協力による共同研究打合せのため、昭和58年6月1日から昭和58年6月15日まで、中華人民共和国へ出張した。

太田昭彦 疲れ試験部第2試験室長

金属材料の疲労強度評価に関する研究調査のため、昭和58年6月4日から昭和58年7月3日まで、英国、

フランス、西ドイツ、スイス、及びノールウェーへ出張した。

●人事異動

昭和58年6月6日付

配置換 エネルギー機器材料研究グループ

第1研究グループ 主任研究官

吉田平太郎（材料強さ研究部長）

材料強さ研究部長 金尾正雄（疲れ試験部長）

昇 任 疲れ試験部長

西島 敏（疲れ試験部第1試験室長）

通巻 第295号

編集兼発行人 越 川 隆 光

印 刷 株式会社 三 興 印 刷

東京都新宿区信濃町12

発 行 所 科学技術庁金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号

電話 東京(03)719-2271(代表)